

鉄筋継手形状毎の機械的性質と材質変化について

(株)小野工業所 正会員 高橋明彦○ (株)後関製作所 八城 勇一東
東北大学大学院 工学研究科インフラマネジメント研究センター
正会員 久田 真 正会員 鎌田 貢
岩手大学理工学部 正会員 大西 弘志

1. はじめに

中央自動車道笹子トンネル天井版落下事故以降、インフラの老朽化が問題視され、その対策を国策として進められている。一方、高速自動車道に架かる橋梁の大規模修繕を莫大な費用を投資し、道路ネットワークの維持を進められている。このような背景の中、大規模修繕対策のひとつとして RC 床版からプレキャスト床版への更新が進められようとしている。

プレキャスト床版の継手構造は、ループ継手を標準仕様としながらも、技術開発に関する研究を様々なメーカーが推し進めており、高速道路の床版打替に関する研究から、新たに優れた技術が生み出されてくるものと考えられる。防水層が一般化されていない時期の打ち替えられた床版は、継手部の鉄筋破断や腐食による断面欠損などの損傷が確認され、特にプレキャスト床版への更新時には、継手部ほど一般部より堅固な構造にすることがインフラの長寿命化が図れるものと考えられる。また、長中期的には、地方自治体が管理する橋梁の老朽化が予測されており、地方自治体が管理する橋梁床版の更新も考えられる。平成 6 年道路橋示方書改定以前の自治体管理橋梁の設計スペックは、TL-20¹⁾~TL-6²⁾など一部に道路橋示方書に準拠していない橋梁も供用されている。

以上のように地方インフラの維持管理のあり方を念頭に鉄筋継手形状を提案し、その機械的性能を検証したものである。

2. 供試体

供試体として、鉄筋 (SD345) を基本構成部材とし、比較する継手形状を表-3 に示す 3 種類を設定した。使用した鉄筋の性能は、表-1・2 に示したとおりである。

3. 試験

3. 1. 試験方法

プレキャスト床版の継手部は、場所打ちコンクリート部になる。継手部の劣化は、現場施工品質にバラツキの発生が予測され、一般部より早期に劣化する可能性がある。このため、継手頭部へは軸方向荷重と同時に偏心した軸方向荷重が供用期間の中で作用する可能性も想定される。設計上必要とする引張応力に対する鋼材の断面力を満足させると共にコンクリートが劣化し定着部である鉄筋頭部は、供試体の破壊位置確認と破壊形態を想定し、ボルトの性能試験に活用される

くさび引張試験 (JIS B 1051) ³⁾にはアムスラー形万能試験機を用い、試験を実施した。また、入熱が伴う 1 案及び 2 案については、入熱が伴う範囲および母材については、入熱の影響を把握するためにビッカース硬さ試験 (JIS Z 2244) ⁴⁾及び倒立形金属顕微鏡にて組織の確認を実施するものとした。

試験片数については、くさび引張試験を各案 3 本ずつ、荷重を載荷し、その時の破壊形態及び破断荷重を確認した。変形角度は、JIS B 1051 に規定されるくさび角度 $\alpha=10^\circ$ を採用した。上記の条件の中で得られた結果を表-4 に示す。ビッカース硬さ試験については第 1 案及び第 2 案を各 1 試験体について試験を実施した。鍛造試験片 (1~3) は、頭部から破壊することなく、



写真-1
くさび引張試験供試体



写真-2
ビッカース硬さ試験供試体

表-1 化学成分

C	Si	Mn	P	S	CE
Max27	Max55	Max160	Max40	Max40	Max60
26	10	96	23	30	41

表-2 機械的性質

Y.P.降伏点 (N/mm ²)	T.P.引張強さ (N/mm ²)	EL.伸び
345~440	Min 490	Min 18
389	566	21

表-3 試験体の形状と特徴

案	形状	特徴
1		・鉄筋端部を鍛造加工 ・鉄筋径:D19
2		・鉄筋端部に板材溶接 ・溶接は実施工を考慮し、鉄筋を水平に置き溶接を実施。溶接脚長は、 $\sqrt{2t} \approx 6\text{mm}$ 設定 ・PL:SS400 ・鉄筋径:D19
3		・鉄筋端部にネジ処理後、ナット組立 ・鉄筋径:D19 ・ネジ径:M16

キーワード 床版継手鉄筋, 熱影響部, 鍛造, くさび引張試験, ビッカース硬さ
連絡先 〒960-951 福島県福島市町庭坂字堀ノ内 3-1 TEL 024-951-1001(代)

母材で破断する結果となった。溶接試験片（4～6）は、すべて溶接部が破断する結果となった。これは母材厚から設定した溶接脚長では不十分であり、隅肉溶接ではなく、完全溶け込み溶接等でなければ母材破断への移行は難しいものと考えられる。ネジ試験片は、ネジ部破断が生じることが確認できた。ネジ部は、ネジ加工のため、母材を削り込んだことにより、破断荷重も小さい状態であったものと判断される。

4. 2. ビッカース硬さ試験

入熱が伴う鍛造試験片と溶接試験片について、試験を実施した。計測位置は、入熱冷却の影響が大きいと判断される。スライス面の端部を計測線とし、かつ溶接熱影響を大きく受けるHAZの硬度値データ収集に設定した。試験結果としては、鍛造により鉄筋頭部を加工した場合、熱影響による硬化がほとんど確認できない。一方、溶接により頭部にプレートを接合した場合、熱影響部の硬度の値が上昇することが確認できた。

これらの値の差が確認できたのは、製造過程の影響が大きいものと考えられる。鍛造による加工は、鉄筋先端から10 cm程度入熱されるため、冷却速度が遅いため、硬化組織への変化がなかったものと考えられる。

溶接の場合、局所入熱のため、急冷による硬化組織へ変化したものと考えられる。

4. 3. 硬化部の組織

鉄筋頭部～熱影響部～鉄筋母材の組織写真（200倍）を撮影した結果を以下に示す。

鍛造処理した供試体は、圧延による引き延ばしが確認され、鍛造処理された頭部に近づくにつれて、組織が緻密化しており、マルテンサイト等の硬化組織が確認されなかった。溶接供試体の頭部と母材は、溶接熱の影響を受けていないが熱影響部近傍は、組織結晶が巨大化していることが確認された。

5. 考察

鉄筋端部を加工し、施工性の向上を図るため、鍛造加工による鉄筋継手を提案している。鍛造加工による鉄筋の機械的性質低下がなく、鉄筋の性能で設計スペックが決定されることが確認できた。今後は、鍛造による鉄筋頭部の疲労試験、場所打コンクリート継手構造の研究を進める予定である。

6. 参考文献

- 1)道路橋示方書及び鋼道路橋設計製作示方書，(社)日本道路協会
- 2)H形鋼を使用した組立式橋梁[農道橋]設計資料，新日本製鐵(株)
- 3)JIS ハンドブックねじ I 2016，日本規格協会
- 4)JIS ハンドブック鉄鋼 I 2017，日本規格協会

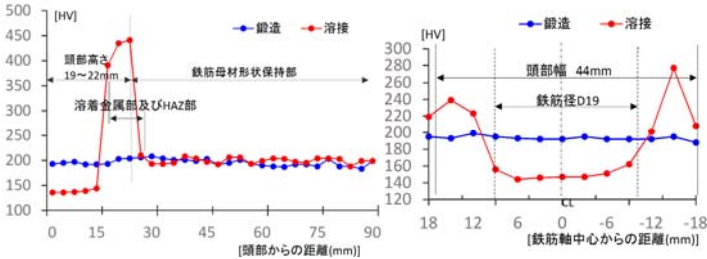


図－1 くさび引張試験状況

写真－3 くさび引張試験状況

表－4 くさび引張試験結果

試験片	製作方法	頭部 10° 傾斜時荷重	破断荷重	破断箇所
1	鍛造	58kN	113kN	母材破断
2	鍛造	65kN	113kN	母材破断
3	鍛造	58kN	113kN	母材破断
4	溶接	43kN	43kN	溶接部破断
5	溶接	30kN	30kN	溶接部破断
6	溶接	66kN	66kN	溶接部破断
7	ネジ	46kN	107kN	ネジ部母材破断
8	ネジ	38kN	103kN	ネジ部すべり破壊
9	ネジ	58kN	107kN	ネジ部母材破断



図－2 ビッカース硬度軸方向測定結果

図－3 ビッカース硬度軸直角方向測定結果



写真－4 試験後供試体（全体）



写真－6 溶接試験片破壊状況



写真－7 ネジ試験片破壊状況

表－5 条件別金属組織写真（200倍）

	頭部	熱影響部	母材
鍛造			
溶接			